

О.А. Аврутин, С.А. Иванов
(УП «Полимерконструкция»)

И. В. Войтов
(БГТУ)

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Сбор, отведение и очистка сточных как городских, так и производственных – важная составляющая современного состояния окружающей среды. В каждом государстве требования к качеству очистки сточных вод, сбрасываемых как в водоемы-приемники, так и в коммунальные системы канализации различны. В первую очередь это обусловлено концептуально разными национальными подходами к нормированию сбросов сточных вод. Вместе с тем следует отметить тенденцию к ужесточению требований к качеству очищенной сточной воды. В этих условиях владельцы очистных сооружений, как коммунальных, так и производственных вынуждены искать адекватные технологии и оборудование для реконструкции и модернизации существующих очистных сооружений. Одновременно с этим аналогичную задачу решают заказчики и проектные организации, которые планируют построить новые очистные сооружения.

Необходимо выделить ряд задач, которые решаются достаточно тяжело традиционными технологическими решениями.

1. Очистка коммунальных (городских) сточных вод до требований, предъявляемых к водоемам рыбохозяйственного назначения. Основные критерии качества очистки: концентрация азота аммонийного – 0,39 мг/л; БПК₅ – 3 мг/л, взвешенные вещества – 3 мг/л.

При этом качество поступающих на очистку сточных вод могут достигать по азоту аммонийному 40-60 мг/л, по БПК₅ – 200–300 мг/л, по взвешенным веществам – 300-400 мг/л. Таким образом, требуемая степень очистки по указанным загрязнителям должна достигать 99–99,5%. Достигнуть такой степени очистки классическими технологическими решениями невозможно. Кроме того, обеспечение требуемого качества очистки требует существенного увеличения объема рабочих емкостей биологической очистки. Это обусловлено необходимостью снижать нагрузку на активный ил [1], увеличивать аэробный возраст активного ила [2]. Кроме этого, в технологическую схему очистки требуется включить сооружения доочистки сточных вод. Таким образом, достижение требуемых показателей качества очистки сточных вод

обеспечивается строительством дополнительных сооружений, увеличением требуемых площадей земельных участков для размещения сооружений и, фактически, существенным увеличением капитальных и эксплуатационных затрат.

На данном этапе развития техники и технологии очистки сточных вод наиболее разумным технологическим решением для обеспечения высокой степени очистки до требований, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного назначения, является применение ультрафильтрационных мембран. Ультрафильтрация позволяет реализовать отделение макромолекулярных или коллоидно растворенных веществ и обеззараживание. Данное решение позволяет обеспечить целый ряд технологических процессов [3]:

1. Илоразделение.
2. Доочистка от взвешенных и органических веществ.
3. Обеззараживание сточных вод

При этом оборудование процесса илоразделения позволяет одновременно исключить влияние нитчатого вспухания активного ила, характерного для низконагруженных очистных сооружений, на процесс очистки. Благодаря данному решению можно существенно увеличить рабочую дозу активного ила в биореакторе (до 8–10 г/л), увеличить аэробный возраст активного ила (до 12–30 суток) и, таким образом, уменьшить объемы резервуаров очистных сооружений и площадь требуемых земельных участков.

2. Первичная (механическая) очистка сточных вод от взвешенных веществ с существенным уменьшением занимаемых площадей.

Решая оптимизационные задачи, связанные с очисткой сточных вод, приходится сталкиваться с вопросами компоновки технологического оборудования, уменьшения площади, занимаемой очистными сооружениями, повышением эффективности очистки на каждом из ее этапов.

Самым перспективным направлением в оптимизации механической очистки сточных вод является применение вращающихся ленточных сетчатых фильтров, в которых отделение взвешенных веществ обеспечивается за счет микрофильтрации сточных вод. По оценкам ряда исследователей и производителей осветление на таких фильтрах требует примерно 1/10 от площади, необходимой для традиционных первичных отстойников, что определяется десятикратной разницей в нагрузке на рабочую поверхность [4].

3. Очистка производственных сточных вод от солей.

Как правило все производственные сточные воды содержат высокие концентрации солей. Это характерно для кожевенных, молочных, рыбных производств, обработки сточных вод от полигонов твердых

коммунальных отходов. Практически безальтернативным вариантом решения очистки сточных вод от солей даже при сбросе в коммунальные сети водоотведения является применение в технологической цепочке обратного осмоса. Правильное инженерно-технологическое решение по очистке сточных вод с применением обратного осмоса позволяет добиться требуемого и, самое главное, управляемого качества очистки сточных вод. Вместе с тем, данный способ имеет ряд особенностей, которые следует учитывать при проектировании. Во-первых, вода, подаваемая на обратноосмотическую мембраны, должна быть лишена железа и органических веществ, так как под их воздействием мембраны быстро забиваются, то есть требуется предварительная глубокая биологическая или химическая очистка сточных вод. Во-вторых, обратноосмотическая фильтрация требует высоких затрат электрической энергии для обеспечения рабочего давления на уровне от 10 до 100 бар. В-третьих, необходимо честно решать вопрос утилизации концентрата. При обратноосмотической очистке его количество составляет до 25–30% от объема поступающих на очистку сточных вод. Как правило, объектов по использованию или захоронению осадков такого типа нет. И для крупных очистных объектов требуется рассматривать применение заводов «нулевых» сбросов, эксплуатация которых очень дорогая.

Компания УП «Полимерконструкция» с учетом лучшего мирового опыта разработала собственные технологические и технические решения по очистке сточных вод с применением мембранных технологий. Применение данных технологических решений для очистки сточных вод позволяет реализовать высокотехнологичные, в том числе мобильные и контейнерные, решения для очистки коммунальных (городских) и производственных сточных вод.

Литература

1. Мембранные биологические реакторы для глубокой очистки сточных вод: учебное пособие / Б.Г. Мишуков, Е.А. Соловьева. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – 64 с.
2. Расчет и технологическое проектирование сооружений биологической очистки городских сточных вод в аэротенках с удалением азота и фосфора / Д. А. Данилович, А. Н. Эпов. – Москва, 2020. – 225 с.
3. Очистка сточных вод: пер. с нем. – СПб.: Новый журнал, 2013. – 496 с.
4. A. Franchi, D. Santoro Current status of the rotating belt filtration (RBF) technology for municipal wastewater treatment. *Water Practice and Technology* (2015) 10 (2): 319–327.